

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตารางผนวก	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 ความสำคัญของฟอสฟอรัส	3
2.2 แหล่งของกรดฟอสฟอริก ฟอสเฟต หรือฟอสเฟตฟอสฟอรัส	5
2.3 ความสำคัญของกรดฟอสฟอริกในทางโภชนาการอาหารสัตว์	9
2.4 ปริมาณกรดฟอสฟอริกในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สำคัญๆ และการใช้ประโยชน์ในสัตว์	9
2.5 ผลของกรดฟอสฟอริกที่มีต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะอื่นในอาหาร	14
2.6 วิธีการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากกรดฟอสฟอริกในอาหารสัตว์	19
2.7 แหล่งของเอนไซม์ฟอสเฟสในระบบย่อยอาหารสุกรและประสิทธิภาพในการย่อย	21
2.8 สภาพที่เหมาะสมและความคงทนต่อสภาพแวดล้อมของเอนไซม์ฟอสเฟส	23
2.9 กลไกการทำงานของเอนไซม์ฟอสเฟส (mode of action)	25
2.10 ผลการศึกษาวิจัยการใช้เอนไซม์ฟอสเฟส (microbial phytase) ในสัตว์ปีกและสุกร	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	31
3.1 การทดลอง	31
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	45
4.1 ผลการทดลอง	45
4.1.1 ผลการทดลองที่ 1	45
4.1.2 ผลการทดลองที่ 2	55
4.1.3 ผลการทดลองที่ 3	60
4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	68
4.2.1 ผลการทดลองความคงตัวและสมรรถภาพ(potency) ของเอ็นไซม์ในอาหาร	68
4.2.2 ผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสต่อสมรรถนะการผลิต ในสุกรหลังหย่านม	69
4.2.3 ผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจ	70
4.2.4 ผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสต่อการย่อยได้และการ ใช้ประโยชน์ของโปรตีน พลังงาน และแร่ธาตุ ในสุกร หลังหย่านม	71
4.2.5 ผลของการทดลองต่อการเจริญเติบโตและการใช้ ประโยชน์ได้ของพอสพอร์สในไก่เนื้ออายุ 0-3 สัปดาห์	74
บทที่ 5 สรุปและเสนอแนะ	76
5.1 สรุป	76
5.2 ข้อเสนอแนะ	77
เอกสารอ้างอิง	79
ภาคผนวก	88
ประวัติผู้เขียน	119

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงส่วนประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์จากพืชที่สำคัญบางชนิด และการใช้ประโยชน์ได้ในสุกร	7
ตารางที่ 2	ค่าการใช้ประโยชน์ของฟอสฟอรัสในพืช ในสัตว์ปีก	10
ตารางที่ 3	แสดงค่าการใช้ประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัสในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงสุกรช่วงน้ำหนัก 10-30 กิโลกรัม โดยวิธีการทดสอบกระดูก	12
ตารางที่ 4	แสดงค่าการย่อยสลายกรดโฟลิกในไก่กระหงในสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของเยื่อใย (ADF) แหล่งของกรดโฟลิก และสัดส่วนของแคลเซียม/ฟอสฟอรัสต่าง ๆ ในสูตรอาหารแต่ละสูตร	13
ตารางที่ 5	แสดงส่วนประกอบและปริมาณของวัตถุดิบในอาหารสำหรับการทดลองที่ 1 และ 2	34
ตารางที่ 6	แสดงส่วนประกอบและปริมาณของวัตถุดิบในอาหารสำหรับการทดลองที่ 3	41
ตารางที่ 7	แสดงส่วนประกอบของวิตามิน พรีเม็กซ์ ที่ใช้ผสมในอาหารการทดลองที่ 1, 2 และการทดลองที่ 3 สำหรับอาหาร 100 กิโลกรัม	43
ตารางที่ 8	แสดงส่วนประกอบของแร่ธาตุ พรีเม็กซ์ ที่ใช้ผสมอาหารสำหรับการทดลองที่ 1, 2 และการทดลองที่ 3 ในอาหาร 100 กิโลกรัม	44
ตารางที่ 9	แสดงระดับเอ็นไซม์ในสูตรอาหารที่ 1, 2 และ 3 ตามระยะเวลาการเก็บอาหาร 0-25 วัน (การทดลองที่ 1)	47
ตารางที่ 10	แสดงผลการเสริมเอ็นไซม์ต่อประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากอาหารและสมรรถนะในการผลิต ในลูกสุกรหลังหย่านม (การทดลองที่ 2)	48
ตารางที่ 11	แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อสัปดาห์ ในลูกสุกรหลังหย่านม น้ำหนัก 5-15 กิโลกรัม (การทดลองที่ 1)	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 12 แสดงผลการเสริมเอ็นไซม์ต่อการย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของ โปรตีนและพลังงานในลูกสุกรหลังหย่านม ช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	56
ตารางที่ 13 แสดงค่าการย่อยสลายและดูดซึมของแร่ธาตุในระบบย่อยอาหาร ของลูกสุกรอายุ 4-8 สัปดาห์ เมื่อได้รับการเสริมเอ็นไซม์ที่ระดับ ต่างๆ (การทดลองที่ 2)	61
ตารางที่ 14 แสดงปริมาณโปรตีน พลังงาน และแร่ธาตุ ที่ลูกสุกรได้รับ และ การสูญเสียโดยวิธีต่างๆในแต่ละวัน (การทดลองที่ 2)	62
ตารางที่ 15 ผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้อ (0-3 สัปดาห์) ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและฟอสฟอรัสในกระดูกหน้าแข้ง	65

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของกรดไพคิก	5
2 แสดงการจับตัวของกรดไพคิกกับแร่สังกะสีเกิดเป็นสารคีเลตที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ (insoluble chelate)	8
3 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ในอาหารที่ระยะเวลา 0-25 วัน หลังการเก็บรักษา	46
4 กราฟเปรียบเทียบผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสในอาหารลูกสุกรหลังหย่านม (อายุ 21-54 วัน) ต่อปริมาณอาหารที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน	49
5 กราฟเปรียบเทียบผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสในอาหารลูกสุกรหลังหย่านม (อายุ 21-54 วัน) ต่ออัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย	51
6 กราฟเปรียบเทียบผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสในอาหารลูกสุกรหลังหย่านม (อายุ 21-54 วัน) ต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารและโปรตีน	52
7 กราฟเปรียบเทียบผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสในอาหารลูกสุกรหลังหย่านม (อายุ 21-54 วัน) ต่อต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม	54
8 กราฟแสดงผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสในอาหารลูกสุกรหลังหย่านมต่อการย่อยสลายของวัตถุแห้ง(DMD) เยื่อใย (ADF Dig.) โปรตีน (CP Dig.) และการเก็บกักโปรตีนไว้ในร่างกาย (Prot. Ret.)	57
9 กราฟแสดงผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสในอาหารลูกสุกรหลังหย่านมต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานที่น้อยและใช้ประโยชน์ได้	58
10 กราฟแสดงผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสในอาหารลูกสุกรหลังหย่านมต่อการใช้อาหารของฟอสฟอรัส แคลเซียม สังกะสี และเหล็ก	63
11 กราฟแสดงผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสในอาหารลูกสุกรหลังหย่านมต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่ลูกสุกรได้รับจากอาหารและขับถ่ายออกทางมูลเฉลี่ย/วัน	64
12 กราฟแสดงผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้อ (0-3 สัปดาห์) ต่อการกินได้ (intake) อัตราการเจริญเติบโต (ADG) และอัตราการแลกเนื้อ (FCR)	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
13 กราฟแสดงปริมาณเต้านมกระดูกและฟอสฟอรัสในเต้านมไก่เนื้อที่ได้รับ อาหาร เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเสริมและไม่เสริมเอ็นไซม์	67

สารบัญตารางผนวก

		หน้า
ตารางผนวกที่ 1	แสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลูกสุกรในระยะเวลา ต่างๆ ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อคอกในแต่ละสูตร (การทดลองที่ 1)	92
ตารางผนวกที่ 2	แสดงข้อมูลการทดลองหาการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ ได้ของโภชนาในลูกสุกร 4 กลุ่ม แยกตามแต่ละช่วงเวลา การทดลอง (period) (การทดลองที่ 2)	93
ตารางผนวกที่ 3	แสดงข้อมูลการทดลองในไก่เนื้อและค่าที่ได้ แยกตามซ้ำ (คอก) ในแต่ละสูตรอาหาร (การทดลองที่ 3)	95
ตารางผนวกที่ 4	แสดงค่าปริมาณการกินได้และสมรรถนะการผลิตตาม มาตรฐานของ NRC (1988)	96
ตารางผนวกที่ 5	การวิเคราะห์แนวโน้มความคงทนของเอ็นไซม์ในอาหาร ผสมตั้งแต่ 0-25 วัน	97
ตารางผนวกที่ 6	การวิเคราะห์แนวโน้มน้ำหนักลูกสุกรเริ่มต้นการทดลอง เปรียบเทียบในแต่ละทรีทเมนต์ (T1-T4)	99
ตารางผนวกที่ 7	การวิเคราะห์แนวโน้มน้ำหนักลูกสุกรเมื่อชั่งน้ำหนักที่ 11 วันหลังเริ่มการทดลอง	99
ตารางผนวกที่ 8	การวิเคราะห์แนวโน้มน้ำหนักลูกสุกรเมื่อชั่งน้ำหนักที่ 17 วันหลังเริ่มการทดลอง	100
ตารางผนวกที่ 9	การวิเคราะห์แนวโน้มน้ำหนักลูกสุกรเมื่อชั่งน้ำหนักที่ 24 วันหลังเริ่มการทดลอง	100
ตารางผนวกที่ 10	การวิเคราะห์แนวโน้มน้ำหนักลูกสุกรเมื่อชั่งน้ำหนักที่ 33 วันหลังเริ่มการทดลอง	101
ตารางผนวกที่ 11	การวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ในลูกสุกรเมื่อสิ้นสุด 11 วันของการทดลอง	101

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

	หน้า
ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ในลูกสุกรเมื่อสิ้นสุด 17 วันของการทดลอง	102
ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ในลูกสุกรเมื่อสิ้นสุด 24 วันของการทดลอง	102
ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ในลูกสุกรเมื่อสิ้นสุด 33 วันของการทดลอง	103
ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของ ลูกสุกรเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	103
ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อหมัก ตัวในลูกสุกรเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	104
ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณการกินอาหารได้เฉลี่ยต่อวัน ในลูกสุกรเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	104
ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จาก โปรตีนในลูกสุกรเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	105
ตารางผนวกที่ 19 การวิเคราะห์แนวโน้มต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในลูกสุกรเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	105
ตารางผนวกที่ 20 การวิเคราะห์แนวโน้มการย่อยและดูดซึมของโปรตีนใน ลูกสุกรหลังหย่านม	106
ตารางผนวกที่ 21 การวิเคราะห์แนวโน้มการเก็บกักโปรตีนในร่างกายในลูก สุกรหลังหย่านม	107
ตารางผนวกที่ 22 การวิเคราะห์แนวโน้มค่าการย่อยได้ของพลังงาน (DE) ในลูกสุกรหลังหย่านม	108
ตารางผนวกที่ 23 การวิเคราะห์แนวโน้มค่าการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงาน (ME) ในลูกสุกรหลังหย่านม	109

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

	หน้า
ตารางผนวกที่ 24 การวิเคราะห์แนวโน้มการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (Dry matter) ในลูกสุกรหลังหย่านม	110
ตารางผนวกที่ 25 การวิเคราะห์แนวโน้มการย่อยได้ของเยื่อใย (ADF) ในลูกสุกรหลังหย่านม	111
ตารางผนวกที่ 26 การวิเคราะห์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัส ในลูกสุกรหลังหย่านม	112
ตารางผนวกที่ 27 การวิเคราะห์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ได้ของแคลเซียม ในลูกสุกรหลังหย่านม	113
ตารางผนวกที่ 28 การวิเคราะห์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ได้ของธาตุสังกะสี ในลูกสุกรหลังหย่านม	114
ตารางผนวกที่ 29 การวิเคราะห์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ได้ของแร่เหล็ก ในลูกสุกรหลังหย่านม	115
ตารางผนวกที่ 30 การวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณการกินอาหารได้ในไก่เนื้ออายุ 0-3 สัปดาห์	116
ตารางผนวกที่ 31 การวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยในไก่เนื้ออายุ 0-3 สัปดาห์	116
ตารางผนวกที่ 32 การวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวในไก่เนื้ออายุ 0-3 สัปดาห์	117
ตารางผนวกที่ 33 การวิเคราะห์แนวโน้มเปอร์เซ็นต์เอ็นโดในกระดูกส่วนแข้ง (tibia) ในไก่เนื้ออายุ 3 สัปดาห์	117
ตารางผนวกที่ 34 การวิเคราะห์แนวโน้มเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในเอ็นโดส่วนแข้งของไก่เนื้ออายุ 3 สัปดาห์	118